EXPOSURE DEVICE.

Patent Number:

Publication date: 1994-08-17

Inventor(s): HESS GUENTHER (DE); KUECK HEINZ (DE); VOGT HOLGER (DE); GEHNER ANDREAS (DE)

Applicant(s):: FRAUNHOFER GES FORSCHUNG (DE)

Requested Patent: EP0610183 (WO9309469)

Application Number: EP19910918568 19911030

Priority Number(s): WO1991DE00859 19911030

IPC Classification: G03F1/00 ; G03F7/207 ; G02F2/02 ; G02B27/54

EC Classification: G03F7/20T16

Equivalents:

Abstract

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 5 : G03F 1/00, 7/207, G02F 2/02 G02B 27/54 — A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 93/09469

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. Mai 1993 (13.05.93)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE91/00859

(22) Internationales Anmeldedatum: 30. Oktober 1991 (30.10.91)

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstraße 54, D-8000 München 19 (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)* : VOGT, Holger [DE/DE]; Emdener Straße 31, D-4330 Mülheim 13 (DE). KÜCK, Heinz [DE/DE]; Lindauer Straße 28, D-4100 Duisburg 28 (DE). HESS, Günther [DE/DE]; Richard Wagner-Straße 112, D-4100 Duisburg 1 (DE). GEHNER, Andreas [DE/DE]; Kammerstraße 89, D-4100 Duisburg 1 (DE).

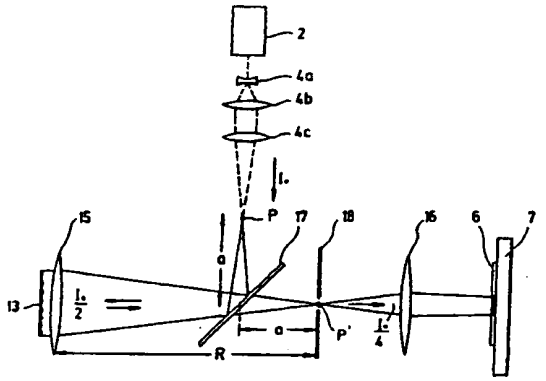
(74) Anwalt: SCHOPPE, Fritz; Seitnerstraße 42, D-8023 Pullach (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IT, LU, NL, SE).

Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.
Mit geänderten Ansprüchen.

(54) Title: EXPOSURE DEVICE

(54) Bezeichnung: BELICHTUNGSVORRICHTUNG



(57) Abstract

An exposure device (1) useful for producing originals (6) or for directly exposing electronic elements has a light source (2) and a pattern generator (3). In order to shorten the required write or exposure time with an exposure device (1) having a simplified structure, the pattern generator (3) has an optical schlieren system (15, 17) and an active, matrix-addressable surface light modulator (13). The surface light modulator (13) has a reflecting surface whose addressed areas diffractively reflect incident light and whose non-addressed surface areas reflect incident light without diffraction. The schlieren system (15, 17) has a schlieren objective (15), a projection objective (16) and a reflecting device (17) which directs the light from the light source (2) onto the surface of the surface light modulator (13). The schlieren objective (15) is arranged at a short distance from the surface light modulator (13), in relation to its focal depth. A focussing device (4c) focusses the light from the light source (2) in at least one point (P) spaced apart from the reflecting device (17). At least one virtual punctual light source (P') can be associated to the point (P) by reflection of the point (P) on the reflecting device (17). A filtering device (18) is arranged on the diffraction plane of the virtual punctual light source (P'), between the schlieren objective (15) and the projection objective (16), and a movable positioning table (7) is provided, upon which the original (6), the electronic element or the structure may be secured.

(57) Zusammenfassung Eine Belichtungsvorrichtung (1) dient zum Herstellen von Vorlagen (6) oder zum Direktbelichten von elektronischen Elementen und weist eine Lichtquelle (2) und einen Mustergenerator (3) auf. Um die erforderliche Schreibzeit oder Belichtungszeit bei einer vereinfachten Struktur der Belichtungsvorrichtung (1) zu verkürzen, umfasst der Mustergenerator (3) ein optisches Schlierensystem (15, 17) und einen aktiven, matrixadressierbaren Flächenlichtmodulator (13), wobei der Flächenlichtmodulator (13) eine reflektierende Oberfläche aufweist, deren adressierte Oberflächenbereiche einfallendes Licht gebeugt und deren nicht-adressierte Oberflächenbereiche einfallendes Licht ungebeugt reflektieren, das Schlierensystem (15, 17) ein Schlierenobjektiv (15), ein Projektionsobjektiv (16) und eine Spiegelvorrichtung (17) aufweist, die Licht von der Lichtquelle (2) auf die Oberfläche des Flächenlichtmodulators (13) richtet, das Schlierenobjektiv (15) mit einem bezogen auf seine Brennweite geringen Abstand zu dem Flächenlichtmodulator (13) angeordnet ist, eine Fokussiereinrichtung (4c) zum Fokussieren des Lichts von der Lichtquelle (2) in zumindest einen von der Spiegelvorrichtung (17) beabstandeten Punkt (P) vorgesehen ist, dem zumindest eine virtuelle Punktlichtquelle (P') durch Spiegelung des Punktes (P) an der Spiegelvorrichtung (17) zugeordnet werden kann, eine Filtervorrichtung (18) in der Beugungsbildebene der virtuellen Punktlichtquelle (P') zwischen dem Schlierenobjektiv (15) und dem Projektionsobjektiv (16) angeordnet ist, und ein verfahrbarer Positioniertisch (7) vorgesehen ist, auf dem die Vorlage (6) oder das elektronische Element oder die Struktur festlegbar ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich			MR	Mauritanien
AU	Australien	FR	Frankreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GA	Gabon	NL	Niederlande
BE	Belgien	GB	Vereinigtes Königreich	NO	Norwegen
BF	Burkina Faso	GN	Guinea	NZ	Neuseeland
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	PL	Polen
BJ	Benin	HU	Ungarn	PT	Portugal
BR	Brasilien	IE	Irland	RO	Rumänien
CA	Kanada	IT	Italien	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SK	Slowakischen Republik
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SN	Senegal
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CS	Tschechoslowakei	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CZ	Tschechischen Republik	LU	Luxemburg	TG	Togo
DE	Deutschland	MC	Monaco	UA	Ukraine
DK	Dänemark	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
ES	Spanien	ML	Mali	VN	Vietnam
FI	Finnland	MN	Mongolei		

Belichtungsvorrichtung

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Belichtungsvorrichtung zum Herstellen von Vorlagen, wie beispielsweise Retikels und Masken, für die Fertigung elektronischer Elemente oder zum Direktbelichten von Scheiben und Substraten bei den für die Herstellung notwendigen fotolithographischen Schritten oder von Strukturen mit lichtempfindlichen Schichten, wobei diese Belichtungsvorrichtung eine Lichtquelle und einen Mustergenerator umfaßt.

Insbesondere befaßt sich die vorliegende Erfindung mit der Herstellung von Vorlagen, Retikels und Masken oder mit der Direktbelichtung im Mikrometerbereich bei der Halbleiterfertigung, der Fertigung von integrierten Schaltkreisen, der Hybridfertigung und der Fertigung von flachen Bildschirmen sowie ähnlichen Fertigungsverfahren, bei denen Belichtungsprozesse eingesetzt werden. Insbesondere befaßt sich die Erfindung mit einer Belichtungsvorrichtung, wie sie für die Direktbelichtung von Halbleiterscheiben in der Halbleiterfertigung und von Substraten in der Hybrid- und Verbindungstechnik eingesetzt werden kann.

Bei der Herstellung von Retikels, die Belichtungsschablonen für die fotolithographische Schaltkreisherstellung sind, sowie bei der Herstellung von Masken und bei der Direktbelichtung von Halbleiterprodukten werden Elektronenstrahlschreiber, Laserstrahlgeräte und optische Mustergeneratoren mit einer Laserlichtquelle oder einer Quecksilberdampflampe eingesetzt. Optische Mustergeneratoren nach dem Stand der Technik erzeugen die gewünschten Strukturen durch das aufeinanderfolgende, einzelne Belichten von Rechteckfenstern, die

durch mechanische Rechteckblenden festgelegt werden. Die Komplexität der zu erzeugenden Struktur bestimmt die Anzahl der erforderlichen Belichtungsrechtecke, die wiederum die Schreibzeit oder Belichtungszeit für die Struktur bestimmt. Die Genauigkeit der verwendeten mechanischen Rechteckblenden begrenzt wiederum die Genauigkeit der mit diesen bekannten Mustergeneratoren erzeugbaren Strukturen.

Bei Laserstrahlgeräten nach dem Stand der Technik wird die zu belichtende Fläche mit einem Laserstrahl abgerastert. Die Schreibgeschwindigkeit oder Belichtungsgeschwindigkeit derartiger Laserstrahlgeräte ist durch den für das Rasterverfahren notwendigen seriellen Datenfluß begrenzt. Ferner bedingen derartige Laserstrahlgeräte einen hohen mechanisch-optischen Aufwand.

Die im Stand der Technik eingesetzten Elektronenstrahlgeräte können nur für die Belichtung von elektronenempfindlichen, speziellen Photolacksystemen verwendet werden und erfordern, verglichen mit den oben beschriebenen Laserstrahlgeräten, zusätzlich eine Hochvakuumtechnik. Elektronenstrahlgeräte erfordern daher sehr hohe Investitions- und Betriebskosten.

Aus der Fachveröffentlichung B. W. Brinker et al, "Deformation behavior of thin viscoelastic layers used in an active-matrix-addressed spatial light modulator", Proceedings of SPIE 1989, Band 1018 ist es bereits bekannt, für die Erzeugung von Fernsehbildern oder für Zwecke der Bildanzeige ein reflektives optisches Schlieren-System mit einem aktiven, Matrix-adressierten, viskoelastischen Flächenlichtmodulator einzusetzen. Dieser umfaßt eine Dauerlichtquelle, deren Licht durch ein geeignetes optisches System vertikal auf die Oberfläche des Flächenlichtmodulators auffällt. Oberflächenbereiche des Flächenlichtmodulators sind bei Adressierung von Steuerelektroden deformierbar, so daß das auf die Oberfläche fallende Licht bei adressierten Oberflächenelementen gebeugt, bei nicht-adressierten Oberflächenelementen ungebeugt reflektiert wird. Das ungebeugte Licht wird zur Licht-

quelle zurückgelenkt, während das gebeugte Licht über das optische Schlierensystem zur Bilderzeugung auf dem Fernsehbildschirm oder auf einer Bildanzeigefläche verwendet wird.

Aus der Firmenschrift Texas Instruments, JMF 008:0260; 10/87 ist ein Flächenlichtmodulator bekannt, dessen reflektierende Oberfläche aus einer Vielzahl von elektrisch adressierbaren, mechanisch verformbaren Zungen besteht.

Die ältere, nicht vorveröffentlichte internationale Patentanmeldung PCT/DE91/00375 beschreibt eine Belichtungsvorrichtung zum Herstellen von Vorlagen oder zum Direktbelichten von elektronischen Elementen und weist eine Lichtquelle sowie einen Mustergenerator auf. Der Mustergenerator hat ein optisches Schlierensystem und einen aktiven, Matrix-adressierbaren Flächenlichtmodulator, der eine viskoelastische Steuerschicht mit reflektierender Oberfläche hat. Zwischen dem Schlierenobjektiv und dem Projektionsobjektiv des Schlierensystems ist eine Spiegelvorrichtung angeordnet, die vorzugsweise eine Doppelfunktion hat und zur Umlenkung des Lichtes von der Lichtquelle auf den Flächenlichtmodulator und als Filtervorrichtung zum Herausfiltern von ungebeugt reflektiertem Licht dient. Das Schlierenobjektiv ist nahe an dem Flächenlichtmodulator angeordnet. Ein Positioniertisch, der verfahrbar ist, dient zur Aufnahme der Vorlage oder des elektronischen Elementes. Die Lichteinkopplung von der Lichtquelle über die Spiegelvorrichtung auf den Flächenlichtmodulator erfolgt bei dieser Belichtungsvorrichtung mit einer im Strahlengang vor der Spiegelvorrichtung angeordneten Fokussiereinrichtung, die das von der Lichtquelle kommende Licht auf die Spiegelvorrichtung fokussiert. Mit anderen Worten wird eine virtuelle Punktlichtquelle zur Beleuchtung des Flächenlichtmodulators bei dieser Belichtungsvorrichtung nötigerweise am Ort der Spiegelvorrichtung erzeugt, woraus sich Einschränkungen hinsichtlich der Gestaltung der Belichtungsvorrichtung und der Anordnung ihrer Spiegelvorrichtung sowie ihrer Filtervorrichtung ergeben.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Belichtungsvorrichtung zum Herstellen von Vorlagen oder zum Direktbelichten von elektronischen Elementen zu schaffen, die bei einfacher Struktur der Belichtungsvorrichtung eine gegenüber Laserstrahlanlagen oder Elektronenstrahlanlagen reduzierte Belichtungszeit oder Schreibzeit ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch eine Belichtungsvorrichtung gemäß Patentanspruch 1 gelöst.

Gemäß der Erfindung umfaßt die Belichtungsvorrichtung zum Herstellen von Vorlagen für die Fertigung elektronischer Elemente oder zum Direktbelichten von Scheiben oder Substraten bei den für ihre Herstellung notwendigen fotolithographischen Schritten oder von Strukturen mit lichtempfindlichen Schichten eine Lichtquelle und einen Mustergenerator, der seinerseits ein optisches Schlierensystem und einen aktiven, Matrix-adressierbaren Flächenlichtmodulator aufweist. Der Flächenlichtmodulator hat eine reflektierende Oberfläche, deren adressierte Oberflächenbereiche einfallendes Licht beugen und deren nicht-adressierte Oberflächenbereiche einfallendes Licht reflektieren. Das Schlierensystem hat ein Flächenlichtmodulator-seitiges Schlierenobjektiv, ein dem Flächenlichtmodulator abgewandtes Projektionsobjektiv und eine zwischen diesen Objektiven angeordnete Spiegelvorrichtung, die Licht von der Lichtquelle auf die Oberfläche des Flächenlichtmodulators richtet. Das Schlierenobjektiv ist mit einem bezogen auf seine Brennweite geringen Abstand zu dem Flächenlichtmodulator angeordnet. Die Belichtungsvorrichtung umfaßt eine Fokussierungsvorrichtung zum Fokussieren des Lichts von der Lichtquelle in zumindest einen, von der Spiegelvorrichtung beabstandeten Punkt, dem zumindest eine virtuelle Punktlichtquelle durch Spiegelung des Punktes an der Spiegelvorrichtung zugeordnet werden kann. Eine Filtervorrichtung in der Beugungsbildebene der virtuellen Punktlichtquelle zwischen dem Schlierenobjektiv und dem Projektionsobjektiv ist derart ausgebildet, daß sie entweder in

einem sogenannten negativen Mode das von den adressierten Oberflächenbereichen des Flächenlichtmodulators reflektierte, gebeugte Licht herausfiltert und das von den nichtadressierten Oberflächenbereichen reflektierte, ungebeugte Licht über das Projektionsobjektiv 16 zu der Vorlage 6 oder dem elektronischen Element oder der Struktur hindurchläßt oder in einem sogenannten positiven Mode das von den nichtadressierten Oberflächenbereichen des Flächenlichtmodulators reflektierte, ungebeugte Licht herausfiltert und das von den adressierten Oberflächenbereichen reflektierte, gebeugte Licht über das Projektionsobjektiv zu der Vorlage oder dem elektronischen Element oder der Struktur hindurchläßt. Ferner umfaßt die Belichtungsvorrichtung einen verfahrbaren Positioniertisch, auf dem die Vorlage oder das elektronische Element oder die Struktur derart festlegbar ist, daß die Oberflächenbereiche des Flächenlichtmodulators auf der Vorlage oder dem elektronischen Element oder der Struktur scharf abbildbar sind.

Gemäß einem wesentlichen Erfindungsaspekt handelt es sich bei der Lichtquelle der erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung um eine gepulste Laserlichtquelle, deren Pulsdauer kürzer ist als der Quotient der minimalen Abmessung der zu erzeugenden Struktur geteilt durch die Verfahrgeschwindigkeit des Positioniertisches. Bei dieser Ausgestaltung ermöglicht die erfindungsgemäße Belichtungsvorrichtung ein stroboskopartiges Belichten der Vorlage bzw. des elektronischen Elementes bzw. der Struktur während eines im wesentlichen kontinuierlichen Verfahrens des Positioniertisches, wodurch sehr hohe Schreibgeschwindigkeiten oder Belichtungsgeschwindigkeiten erzielt werden.

Trotz der hohen Belichtungsintensität der einzelnen Laserlichtpulse macht die Erfindung von einem Flächenlichtmodulator Gebrauch, wie er im Stand der Technik nur für Anwendungsfälle von sehr niedriger Belichtungsintensität herangezogen wird, wie dies beispielsweise bei Fernsehbildschirmen der Fall ist. Da jedoch die Laserlichtpulse bei der erfin-

dungsgemäßen Belichtungsvorrichtung von nur niedriger Dauer sind, bleibt der Flächenlichtmodulator den thermischen Anforderungen gewachsen. Durch die schnelle Programmierbarkeit oder Adressierbarkeit des Flächenlichtmodulators kann dieser während der Verfahrbewegung des Positioniertisches zwischen zwei aufeinanderfolgenden Teilbildern einer zu erzeugenden Gesamtstruktur umprogrammiert oder umadressiert werden. Damit ist nicht nur im Falle der Direktbelichtung von Halbleiterscheiben mit wiederholten Strukturen eine kurze Belichtungspulsfolge möglich, sondern ebenfalls aufgrund der schnellen Umprogrammierbarkeit des Flächenlichtmodulators die Erzeugung von unregelmäßigen Strukturen möglich.

Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung der Gesamtstruktur der erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung;

Fig. 2 eine Detaildarstellung einer ersten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung;

Fig. 3 eine Detaildarstellung einer zweiten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung; und

Fig. 4 eine Detaildarstellung einer dritten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung.

Die in Fig. 1 gezeigte Belichtungsvorrichtung ist in ihrer Gesamtheit mit den Bezugszeichen "1" bezeichnet und dient zum Herstellen von Vorlagen, wie beispielsweise Retikels und Masken für die Fertigung elektronischer Elemente, oder zum Direktbelichten von Substraten oder von Strukturen mit lichtempfindlichen Schichten. Die erfindungsgemäße Belich-

tungsvorrichtung 1 weist eine Excimer-Laserlichtquelle 2 auf. Diese Excimer-Laserlichtquelle ist eine Gasentladungslaservorrichtung mit Wellenlängen im UV-Bereich von etwa 450 bis 150 nm, die in steuerbarer Weise Lichtpulse mit sehr hoher Lichtintensität pro Puls und hoher Wiederholrate abgibt. Die Excimer-Laserlichtquelle 2 steht mit einem Mustergenerator 3 über eine beleuchtende optische Einheit 4 in Verbindung. Die beleuchtende optische Einheit 4 dient dazu, das Licht von der Excimer-Laserlichtquelle 2 einem später zu erläuternden Flächenlichtmodulator 13 des Mustergenerators 3 in der Weise zuzuführen, daß die Lichtapertur der Excimer-Laserlichtquelle 2 an die Oberfläche des Flächenlichtmodulators angepaßt wird. Bei bevorzugten Ausführungsformen, die nachfolgend unter Bezugnahme auf die Fig. 2 bis 4 erläutert werden, ist die beleuchtende optische Einheit 4 durch Linsensysteme von an sich bekannter Struktur gebildet.

Der Mustergenerator bildet mittels einer projizierenden optischen Einheit 5 in noch näher zu beschreibenden Weise ein Muster auf eine Vorlage 6 ab, die von einem x-y-θ-Positioniertisch gehalten wird.

Die projizierende optische Einheit 5 dient nicht nur zur Abbildung des von dem Mustergenerator 3 erzeugten Musters auf der Vorlage 6, sondern gleichfalls zur gewünschten Vergrösserung oder Verkleinerung bei der Abbildung und, soweit dies gewünscht ist, zur Autofokussierung der Abbildung auf der Vorlage 6.

Wie bereits erläutert, kann es sich bei der Vorlage beispielsweise um Retikels oder Masken handeln. Im Falle der Direktbelichtung, die gleichfalls eingangs erläutert wurde, trägt der x-y-θ-Positioniertisch 7 anstelle der Vorlage 6 eine zu belichtende Halbleiterscheibe, ein sonstiges, mittels Photolithographie zu erzeugendes Element oder eine Struktur mit einer lichtempfindlichen Schicht, die zu beschriften oder zu belichten ist.

Der Positioniertisch 7 ist auf einer schwingungsisolierenden Trägerkonstruktion 8 angeordnet. Auf dieser Trägerkonstruktion 8 kann eine Be- und Entladestation 9 für weitere Vorlagen 6 bzw. Halbleiterelemente oder zu belichtende Strukturen vorgesehen sein. Die Be- und Entladestation 9 kann in einer in der Halbleiterfertigung üblichen Art zum automatischen Beschicken des Positioniertisches 7 mit den zu belichtenden Vorlagen oder Substraten oder sonstigen Halbleiterelementen ausgestaltet sein.

Ein Steuerrechner 10 mit zugehöriger Steuerelektronik 11 übernimmt alle Steuerfunktionen für die Belichtungsvorrichtung. Insbesondere stehen der Steuerrechner 10 und die Steuerelektronik 11 mit dem Positioniertisch 7 zum Zwecke der rechnergesteuerten Lagesteuerung des Positioniertisches in Verbindung. Der Steuerrechner 10 programmiert bzw. adressiert den Mustergenerator 3 in Abhängigkeit von der jeweiligen Steuerlage des Positioniertisches 7 zum aufeinanderfolgenden Erzeugen von Teilbildern auf der Vorlage 6, aus denen sich die belichtete Gesamtstruktur ergibt. Als Datenträger wird eine Magnetbandeinheit oder eine LAN-Schnittstelle (nicht dargestellt) eingesetzt.

Wie in Fig. 2 dargestellt ist, umfaßt der Mustergenerator 3 einen Flächenlichtmodulator 13, der auch als zweidimensionaler Lichtmodulator bezeichnet werden kann, sowie ein optisches Schlierensystem, das ein dem Flächenlichtmodulator 13 zugewandtes Schlierenobjektiv 15, ein dem Flächenlichtmodulator 13 abgewandtes Projektionsobjektiv 16 und eine zwischen dem Schlierenobjektiv 15 und dem Projektionsobjektiv 16 angeordnete Spiegelvorrichtung 17 aufweist. Bei dem gezeigten, bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Spiegelvorrichtung als teildurchlässiger Spiegel 17 dargestellt, der in einem 45°-Winkel zu der optischen Achse der Objektive 15, 16 in der Weise angeordnet ist, daß der Schnittpunkt der optischen Achse der Objektive 15, 16 mit dem teildurchlässigen Spiegel 17 um einen Abstand a von der Brennebene des Schlierenobjektivs 15 auf dieses hin versetzt angeordnet ist.

Das Schlierenobjektiv 15 ist seinerseits mit einem bezogen auf seine Brennweite geringen Abstand zu dem Flächenlichtmodulator 13 angeordnet.

Die beleuchtende optische Einheit, die im Strahlengang vor der Spiegelvorrichtung 17 liegt, umfaßt neben der bereits erwähnten Excimer-Laserlichtquelle 2 eine Strahlaufweitungsoptik 4a, 4b und eine Fokussierungsoptik 4c, die bei dem gezeigten, bevorzugten Ausführungsbeispiel das Licht in einem einzigen Punkt P fokussiert, wobei bei der hier gezeigten Anordnung mit symmetrischer Lichteinkopplung bezogen auf die optische Achse der Abstand dieses Punktes P von dem Schnittpunkt der optischen Achse mit der Spiegelvorrichtung 17 dem Abstand a gleicht, den der genannte Schnittpunkt der optischen Achse mit der Spiegelvorrichtung 17 von der Brennebene des Schlierenobjektivs 15 hat.

Mit anderen Worten sind bei dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel die Spiegelvorrichtung 17 und die Fokussiervorrichtung 4c derart angeordnet, daß dem Fokuspunkt P der Fokussiereinrichtung eine virtuelle Punktlichtquelle P′ durch Spiegelung des Punktes P an der Spiegelvorrichtung 17 zugeordnet ist, wobei diese virtuelle Punktlichtquelle P′ bei diesem Ausführungsbeispiel in der Brennebene des Schlierenobjektivs 15 liegt. Demzufolge liegt auch das Beugungsbild der virtuellen Punktlichtquelle P′ in der Brennebene des Schlierenobjektivs 15, so daß eine Filtervorrichtung 18 zum Herausfiltern unerwünschter Beugungsordnungen, welche in der Beugungsbildebene liegt, bei diesem Ausführungsbeispiel in der Brennebene des Schlierenobjektivs 15 angeordnet ist.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 ist der Fokuspunkt P der Fokussiervorrichtung 4c derart bezogen auf die Spiegelvorrichtung 17 angeordnet, daß die dem Fokuspunkt durch Spiegelung zugeordnete virtuelle Punktlichtquelle P′ in der Brennebene des Schlierenobjektivs liegt. In Abweichung von dieser Ausgestaltung kann der Fokuspunkt der Fokussiervor-

richtung 4c auch derart verschoben werden, daß die diesem zuge rdnete virtuelle Punktlichtquelle P' gegenüber der Brennebene des Schlierenobjektivs 15 weiter auf dieses zu verschoben wird. Hierdurch verschiebt sich die Beugungsbildebene der virtuellen Punktlichtquelle P' aus der Brennebene des Schlierenobjektivs 15 heraus in Richtung auf das Projektionsobjektiv 16 hin. Da die Filtervorrichtung 18 in der Beugungsbildebene anzuordnen ist, muß sie gegenüber der in Fig. 2 gezeigten Ausgestaltung bei der soeben geschilderten Ausführungsform ebenfalls weiter auf das Projektionsobjektiv 16 hin verschoben werden, so daß die Filtervorrichtung 18 in der Beugungsbildebene zu liegen kommt.

Der Flächenlichtmodulator 13 umfaßt eine viskoelastische Steuerschicht 18, die in Richtung zu dem Schlierenobjektiv 15 von einer reflektierenden Oberfläche 19 abgeschlossen ist, welche beispielsweise von einem Metallfilm gebildet sein kann. Ferner umfaßt der Flächenlichtmodulator 13 eine sogenannte aktive Adressierungsmatrix 20, die aus einer monolithisch integrierten Anordnung von MOS-Transistoren mit zugeordneten Steuerelektrodenpaaren gebildet sein kann. Typischerweise umfaßt die Adressierungsmatrix 20 2000 x 2000 Bildelemente. Jedem Bildelement oder Oberflächenbereich 19a, 19b, ... der reflektierenden Oberfläche 19 der Adressierungsmatrix 20 sind zwei Transistoren mit ein oder mehreren Elektrodenpaaren zugeordnet, die jeweils ein Diffraktionsgitter mit einer oder mehreren Gitterperioden mit der viskoelastischen Schicht 18 und ihrer reflektierenden Oberfläche 19 bilden.

Wenn ein Oberflächenbereich 19a, 19b, ... durch Anlegen von entgegengesetzten Spannungen an den beiden Elektroden eines Elektrodenpaares des betreffenden Oberflächenbereiches adressiert wird (logisch "1"), nimmt die reflektierende Oberfläche 19 einen im Querschnitt etwa sinusförmigen Verlauf an. Bei Nicht-Adressierung ist der betreffende Oberflächenbereich 19a, 19b, ... eben.

Die Filtervorrichtung 18 kann für einen sogenannten positiven Mode so ausgestaltet sein, daß sie das von dem Flächenlichtmodulator 13 kommende Licht der nullten Beugungsordnung herausfiltert und das Licht von zumindest einer der höheren Beugungsordnungen durchläßt, wodurch diejenigen Bereiche der Projektion des Flächenlichtmodulators 13 auf die zu belichtende, lichtempfindliche Schicht 6, welche den adressierten Modulatorbereichen entsprechen, belichtet werden.

In Abweichung hiervon kann die Filtervorrichtung 18 auch, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist, zur Realisierung des sogenannten negativen Mode so ausgestaltet sein, daß sie lediglich Licht der nullten Beugungsordnung vom Flächenlichtmodulator 13 durchläßt. Somit wird lediglich das von den nicht-adressierten Oberflächenbereichen 19a, 19b, ... des Flächenlichtmodulators 13 reflektierte, ungebeugte Licht über das Projektionsobjektiv 16 zu der Vorlage 6 oder dem elektronischen Element oder der Struktur durchgelassen, so daß das Projektionsbild im negativen Mode den nicht-adressierten Bereichen entspricht.

Bei dem soeben unter Bezugnahme auf Fig. 2 beschriebenen System erfolgt die Lichteinkopplung von der Laserlichtquelle 2 über die Optik 4 und die Spiegelvorrichtung 17 in das System symmetrisch zur optischen Achse der Objektive 15, 16, so daß das von der virtuellen Punktlichtquelle P′ auf den Flächenlichtmodulator 13 auftreffende Licht auf diesen im wesentlichen senkrecht einfällt.

Wie nachfolgend unter Bezugnahme auf Fig. 3 erläutert werden wird, ist jedoch ein schräger Lichteinfall bei nicht-symmetrischer Einkopplung möglich.

Bei der Ausgestaltung gemäß Fig. 3, die mit Ausnahme der nachfolgend beschriebenen Abweichungen mit der Ausführungsform von Fig. 2 übereinstimmt, ist der teildurchlässig Spiegel 17, der hier die Spiegelvorrichtung bildet, in einem vom 45°-Winkel abweichenden Winkel angeordnet. Der Abstand

des Fokuspunktes P der Fokussiervorrichtung 4c von dem teildurchlässigen Spiegel 17 ist wiederum derart gewählt, daß die zu dem Punkt P zugeordnete virtuelle Punktlichtquelle P* in der Brennebene des Schlierenobjektives 15 liegt. Hier ist jedoch aufgrund der Neigung des teildurchlässigen Spiegels 17 erreicht, daß die virtuelle Punktlichtquelle P' außerhalb der optischen Achse der Objektive 15, 16 zu liegen kommt. Hierdurch wird der Flächenlichtmodulator 13 von der virtuellen Punktlichtquelle P' mit einem schrägen Lichteinfall beaufschlagt.

Symmetrisch zu der virtuellen Punktlichtquelle P' bezogen auf die optische Achse liegt eine als Blende ausgeführte Filtervorrichtung 18 zum Herausfiltern des Lichtes der nullten Beugungsordnung.

Die erste, zweite und dritte Beugungsordnung eines Seitenspektrums werden von dem Projektionsobjektiv 16 erfaßt und auf die Vorlage 6 abgebildet, die ihrerseits auf dem Projektionstisch 7 angeordnet ist.

Wenn, wie dies bei der in Fig. 3 gezeigten Anordnung der Fall ist, mit dem sogenannten positiven Mode gearbeitet wird, entsteht eine Projektion mit einer Feinstruktur. Verwendet man einen symmetrischen Aufbau, wie dieser beispielsweise in Fig. 2 gezeigt ist, so können aufgrund der numerischen Apertur des Projektionsobjektives 16 nur wenige Beugungsordnungen zur Abbildung gelangen, was zu einer relativ stark ausgeprägten Feinstruktur der Projektion führt. Um eine möglichst homogene Ausleuchtung mit geringer Feinstruktur zu erhalten, müssen möglichst viele der höheren Beugungsordnungen mit zur Abbildung gelangen. Bei der in Fig. 3 gezeigten asymmetrischen Anordnung können bei gleichbleibender Eintrittspupille des Projektionsobjektives 16 höhere Beugungsordnungen von einer der beiden Seiten des Spektrums abgebildet werden, wodurch die Homogenität der Abbildung verbessert wird.

In Abweichung zur Verwendung eines teildurchlässigen Spiegels, wie dieser bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 gezeigt ist, kann hier auch ein Spiegel vorgesehen sein, der dann lediglich in dem in Fig. 3 gezeigten Auftreffbereich des Lichtes von der Fokussiervorrichtung 4c auf die Spiegelvorrichtung vorzusehen ist, während der übrige Bereich für den Durchtritt der ersten bis dritten Beugungsordnung freizulassen ist.

Bei den Ausführungsformen nach den Fig. 2 und 3 wird das von der Laserlichtquelle 2 kommende Licht in lediglich einem einzigen Punkt P fokussiert, dem eine einzige virtuelle Punktlichtquelle P' entspricht.

In Abweichung hiervon wird bei der dritten Ausführungsform gemäß Fig. 4 eine Mehrzahl von im wesentlichen punktsymmetrischen Punktlichtquellen (9 Punktlichtquellen) erzeugt, die jeweils die gesamte Fläche des Flächenlichtmodulators 13 beleuchten.

Zu diesem Zweck umfaßt die beleuchtende optische Einheit 4 neben der Strahlaufweitungsoptik 4a, 4b zwei zueinander vertikale Zylinderlinsensystemgruppen 21 bis 23, 24 bis 26.

Die im Strahlengang vorne liegenden Zylinderlinsen 21, 22, 23 sind parallel zur Phasenstruktur und somit in y-Richtung ausgerichtet, während die darauffolgenden Zylinderlinsen 24, 25, 26 senkrecht zur Phasenstruktur angeordnet sind. Diese hintereinander geschalteten Zylinderlinsensysteme fokussieren das Licht in neun Punkten, von denen drei P1, P2, P3 in der Zeichnung zu sehen sind. Die Lage der Fokuspunkte P1, P2, P3 bezogen auf die durch den teildurchlässigen Spiegel gebildete Spiegelvorrichtung 17 ist derart, daß den Fokuspunkten bei Spiegelung an der Spiegelvorrichtung 17 Punktlichtquellen P1', P2', P3' zugeordnet sind, welche in der Brennebene des Schlierenobjektivs 15 liegen.

Bei sämtlichen Ausführungsformen wird während des Betriebes

der Positioniertisch 7 kontinuierlich in einer vorbestimmten Bewegungsrichtung bewegt, während einander sich überlappende Teilbilder der gesamten abzubildenden Struktur auf die Vorlage 6 durch Pulsen der Excimer-Laserlichtquelle 2 abgebildet werden.

In der Regel umfaßt die Adressierungsmatrix 20 des Flächenlichtmodulators 13 eine Mehrzahl von funktionsunfähigen Bildelementen aufgrund von Herstellungsfehlern.

Im Falle einer Anlage, die im positiven Mode arbeitet, werden die defekten Bildelemente mit einer logischen "Null" angesteuert.

Im Falle einer im negativen Mode arbeitenden Anlage werden die defekten Bildelemente so behandelt, daß sie nicht länger reflektieren. Dies kann beispielsweise durch Abdecken mittels Farbe oder Zerstörung der reflektierenden Oberfläche geschehen.

Dadurch, daß jede Struktur auf der Vorlage 6 durch einander überlappende Teilbilder erzeugt wird, ist sichergestellt, daß jeder Teil der zu belichtenden Struktur wenigstens einmal durch ein funktionsfähiges Bildelement oder durch einen funktionsfähigen Oberflächenbereich belichtet wird.

Das Erzeugen der gesamten belichteten Struktur während des kontinuierlichen Verfahrens des Positioniertisches 7 führt nicht zu Unschärfen, da die Pulsdauer der gepulsten Excimer-Laserlichtquelle 2 kürzer ist als die minimale Abmessung der zu erzeugenden Struktur geteilt durch die Verfahrgeschwindigkeit des Positioniertisches 7.

Die Datenstruktur für die Ansteuerung der Adressierungsmatrix 20 entspricht im wesentlichen der Datenstruktur für die Ansteuerung von rasterorientierten Laserstrahl- oder Elektronenstrahlgeräten nach dem Stand der Technik. Ein erheblicher Vorteil bei der Verwendung der erfindungsgemäßen Be-

lichtungsvorrichtung besteht darin, daß die für die Übertragung großer Datenmengen notwendige Zeit durch die Unterteilung der Adressierungsmatrix 20 und durch paralleles Programmieren von Teilmatritzen von beispielsweise 16 oder 32 Streifen fast beliebig reduziert werden kann. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Belichtungsvorrichtung 1 mit der Adressierungsmatrix 20 liegt darin, daß zum Zwecke der Belichtung von sich wiederholenden Strukturen, wie beispielsweise von regelmäßigen Anordnungen integrierter Schaltkreise auf einer Siliziumscheibe, die Adressierungsmatrix 20 für alle identischen Strukturen nur einmal programmiert und das programmierte Bild nur einmal gespeichert werden muß.

Es ist möglich, die erfindungsgemäße Belichtungsvorrichtung 1 mit einem Autokalibrationssystem und mit einem System für die Feinjustierung der Vorlagen 6 beim Direktschreiben zu versehen. Zu diesem Zweck werden Referenzmarken auf dem Positioniertisch 7 und auf der Vorlage 6 vorgesehen und die Adressierungsmatrix 20 als programmierbare Referenzmarke benutzt. Durch eine Autokalibration können Vergrößerungsfehler der projizierenden optischen Einheit 5 und sämtliche Positionierungsfehler kompensiert werden.

Patentansprüche

1. Belichtungsvorrichtung zum Herstellen von Vorlagen für die Fertigung elektronischer Elemente oder zum Direktbelichten von Scheiben oder Substraten bei den für ihre Herstellung notwendigen fotolithographischen Schritten oder von Strukturen mit lichtempfindlichen Schichten, mit einer Lichtquelle (2) und einem Mustergenerator (3), bei der

 - der Mustergenerator (3) ein optisches Schlierensystem (14) und einen aktiven, Matrix-adressierbaren Flächenlichtmodulator (13) aufweist,

 - der Flächenlichtmodulator (13) eine reflektierende Oberfläche (19) aufweist, deren adressierte Oberflächenbereiche (19a, 19b, ...) einfallendes Licht gebeugt und deren nicht-adressierte Oberflächenbereiche (19a, 19b, ...) einfallendes Licht ungebeugt reflektieren,

 - das Schlierensystem (14) ein Flächenlichtmodulator-seitiges Schlierenobjektiv (15), ein dem Flächenlichtmodulator (13) abgewandtes Projektionsobjektiv (16) und eine zwischen diesen Objektiven (15, 16) angeordnete Spiegelvorrichtung (17, 17a) aufweist, die Licht von der Lichtquelle (2) auf die Oberfläche (19) des Flächenlichtmodulators (13) richtet,

 - das Schlierenobjektiv (15) mit einem bezogen auf seine Brennweite geringen Abstand zu dem Flächenlichtmodulator (13) angeordnet ist,

 - eine Fokussiereinrichtung (4c) zum Fokussieren des Lichts von der Lichtquelle (2) in zumindest einen, von der Spiegelvorrichtung (17) beabstandeten Punkt (P) vorgesehen ist, dem zumindest eine virtuelle

Punktlichtquelle (P') durch Spiegelung des Punktes (P) an der Spiegelvorrichtung (17) zugeordnet werden kann,

- eine Filtervorrichtung (18) in der Beugungsbildebene der virtuellen Punktlichtquelle (P') zwischen dem Schlierenobjektiv (15) und dem Projektionsobjektiv (16) angeordnet ist, die derart ausgebildet ist, daß sie

 -- entweder das von den adressierten Oberflächenbereichen (19a, 19b, ...) des Flächenlichtmodulators (13) reflektierte, gebeugte Licht herausfiltert und das von den nicht-adressierten Oberflächenbereichen (19a, 19b, ...) reflektierte, ungebeugte Licht über das Projektionsobjektiv (16) zu der Vorlage (6) oder dem elektronischen Element oder der Struktur durchläßt,

 -- oder das von den nicht-adressierten Oberflächenbereichen (19a, 19b, ...) des Flächenlichtmodulators (13) reflektierte, ungebeugte Licht herausfiltert und das von den adressierten Oberflächenbereichen (19a, 19b, ...) reflektierte, gebeugte Licht über das Projektionsobjektiv (16) zu der Vorlage (6) oder dem elektronischen Element oder der Struktur durchläßt, und

 -- ein verfahrbarer Positioniertisch (7) vorgesehen ist, auf dem die Vorlage (6) oder das elektronische Element oder die Struktur derart festlegbar ist, daß die Oberflächenbereiche (19a, 19b, ...) des Flächenlichtmodulators (13) auf der Vorlage (6) oder dem elektronischen Element oder der Struktur scharf abbildbar sind.

2. Belichtungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei der

 - die Spiegelvorrichtung durch einen in einem 45°-Winkel zu der durch die Objektive (15, 16) festgelegten optischen Achse angeordneten teildurchlässigen Spiegel (17) gebildet ist.

3. Belichtungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der

 - die Lichtquelle eine gepulste Laserlichtquelle (2) ist,

 - die Pulsdauer der gepulsten Laserlichtquelle (2) kürzer als die minimale Strukturabmessung der zu erzeugenden Vorlage, des elektronischen Elementes oder der Struktur geteilt durch die Verfahrgeschwindigkeit des Positioniertisches (7) ist, und

 - die Vorlage (6) oder das elektronische Element oder die Struktur während des Verfahrens des Positioniertisches aus einer Mehrzahl von Teilbildern durch entsprechende Adressierung des Flächenlichtmodulators (13) zusammengesetzt wird.

4. Belichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der

 - die Filtervorrichtung (18) in der Brennebene des Schlierenobjektivs (15) angeordnet ist, und

 - die Fokussiervorrichtung (4c) den Punkt (P), in den das Licht von der Lichtquelle (2) fokussiert wird, mit einem solchen Abstand zu der Spiegelvorrichtung (17) erzeugt, daß die virtuelle Punktlichtquelle (P'), die dem Punkt (P) durch Spiegelung an der Spiegelvorrichtung (17) zugeordnet werden kann, in der Brennebene des Schlierenobjektivs (15) liegt.

5. Belichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der

 - die Fokussiervorrichtung (4c) den Punkt (P), in den das Licht von der Lichtquelle (2) fokussiert wird, mit einem solchen Abstand zu der Spiegelvorrichtung (17) erzeugt, daß die virtuelle Punktlichtquelle (P'), die dem Punkt (P) durch Spiegelung der Spiegelvorrichtung (17) zugeordnet werden kann, mit einem ersten Versatz zu der Brennebene des Schlierenobjektivs (15) in Richtung zu dem Schlierenobjektiv (15) erzeugt wird, und

 - die Filtervorrichtung (18) mit einem von dem ersten Versatz abhängigen zweiten Versatz zu der Brennebene des Schlierenobjektivs (15) in Richtung zu dem Projektionsobjektiv (16) angeordnet ist.

6. Belichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der

 - die Fokussiervorrichtung (4c) und/oder die Spiegelvorrichtung (17) derart angeordnet sind, daß das Licht derart schräg auf die Oberfläche (19) des Flächenlichtmodulators (13) auftrifft, daß ungebeugtes Licht in einem Winkel zu der optischen Achse der Objektive (15, 16) reflektiert wird, und

 - die Filtervorrichtung (18) ein Seitenspektrum des Lichts der ersten Beugungsordnung und/oder höherer Beugungsordnungen zu dem Projektionsobjektiv (16) durchläßt, jedoch Licht der nullten Beugungsordnung herausfiltert.

7. Belichtungsvorrichtung nach Anspruch 3, bei der

 - die gepulste Laserlichtquelle eine Excimer-Laser-

lichtquelle (2) ist.

8. Belichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der

 - jedem Oberflächenbereich (19a, 19b, ...) des Flächenlichtmodulators (13) zwei Transistoren mit jeweils einem Steuerelektrodenpaar oder mehreren Steuerelektrodenpaaren zugeordnet sind, die bei Adressierung des betreffenden Oberflächenbereichs (19a, 19b, ...) je ein oder mehrere Diffraktionsgitter mit der reflektierenden Oberfläche (19) und der von ihr überdeckten viskoelastischen Steuerschicht (18) erzeugen.

9. Belichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der

 - eine automatische Belade- und Entladevorrichtung für Scheiben oder Substrate, die eine vollautomatische Belichtung eines Loses von Scheiben oder Substraten gestattet, vorgesehen ist.

10. Belichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei der

 - eine Vorjustiereinrichtung und eine Feinjustiereinrichtung vorgesehen sind, die das paßgenaue, wiederholte Belichten der Substrate während des Fertigungsprozesses gestatten.

11. Belichtungsvorrichtung nach Anspruch 10, bei der

 - der Flächenlichtmodulator (13) als programmierbare Referenzmarke bei der Vor- und Feinjustierung benutzt wird.

12. Belichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis

11, bei der

- die reflektierende Oberfläche des Flächenlichtmodulators (13) mit einer Flüssigkristallschicht bedeckt ist, und

- die elektrisch adressierbaren Oberflächenbereiche (19a, 19b, ...) eine Phasenverschiebung und damit eine Beugung des einfallenden Lichtes bewirken.

13. Belichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei der

- der Flächenlichtmodulator (13) eine aus adressierbaren mechanischen Elementen bestehende, reflektierende Oberfläche aufweist, deren Verbiegung eine Phasenverschiebung und damit eine Beugung des Lichtes bewirken.

14. Belichtungsvorrichtung nach Anspruch 13, bei der

- die mechanischen Elemente als verbiegbare Zungen mit reflektierender Oberfläche ausgebildet sind.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE
[beim Internationalen Büro am 10. September 1992 (10.09.92)eingegangen; ursprüngliche Ansprüche 1-14 durch geänderte Ansprüche 1-13 ersetzt (6 Seiten)]

1. Belichtungsvorrichtung zum Herstellen von Vorlagen für die Fertigung elektronischer Elemente oder zum Direktbelichten von Scheiben oder Substraten bei den für ihre Herstellung notwendigen fotolithographischen Schritten oder von Strukturen mit lichtempfindlichen Schichten, mit einer Lichtquelle (2) und einem Mustergenerator (3), bei der

 - der Mustergenerator (3) ein optisches Schlierensystem (14) und einen aktiven, Matrix-adressierbaren Flächenlichtmodulator (13) aufweist,

 - der Flächenlichtmodulator (13) eine reflektierende Oberfläche (19) aufweist, deren adressierte Oberflächenbereiche (19a, 19b, ...) einfallendes Licht gebeugt und deren nicht-adressierte Oberflächenbereiche (19a, 19b, ...) einfallendes Licht ungebeugt reflektieren,

 - das Schlierensystem (14) ein Flächenlichtmodulator-seitiges Schlierenobjektiv (15), ein dem Flächenlichtmodulator (13) abgewandtes Projektionsobjektiv (16) und eine zwischen diesen Objektiven (15, 16) angeordnete Spiegelvorrichtung (17, 17a) aufweist, die Licht von der Lichtquelle (2) auf die Oberfläche (19) des Flächenlichtmodulators (13) richtet,

 - das Schlierenobjektiv (15) mit einem bezogen auf seine Brennweite geringen Abstand zu dem Flächenlichtmodulator (13) angeordnet ist,

 - eine Fokussiereinrichtung (4c) zum Fokussieren des Lichts von der Lichtquelle (2) in zumindest einen, von der Spiegelvorrichtung (17) beabstandeten Punkt (P) vorgesehen ist, dem zumindest eine virtuelle

Punktlichtquelle (P') durch Spiegelung des Punktes (P) an der Spiegelvorrichtung (17) zugeordnet werden kann,

- eine Filtervorrichtung (18) in der Beugungsbildebene der virtuellen Punktlichtquelle (P') zwischen dem Schlierenobjektiv (15) und dem Projektionsobjektiv (16) angeordnet ist, die derart ausgebildet ist, daß sie

 -- entweder das von den adressierten Oberflächenbereichen (19a, 19b, ...) des Flächenlichtmodulators (13) reflektierte, gebeugte Licht herausfiltert und das von den nicht-adressierten Oberflächenbereichen (19a, 19b, ...) reflektierte, ungebeugte Licht über das Projektionsobjektiv (16) zu der Vorlage (6) oder dem elektronischen Element oder der Struktur durchläßt,

 -- oder das von den nicht-adressierten Oberflächenbereichen (19a, 19b, ...) des Flächenlichtmodulators (13) reflektierte, ungebeugte Licht herausfiltert und das von den adressierten Oberflächenbereichen (19a, 19b, ...) reflektierte, gebeugte Licht über das Projektionsobjektiv (16) zu der Vorlage (6) oder dem elektronischen Element oder der Struktur durchläßt, und

 -- ein verfahrbarer Positioniertisch (7) vorgesehen ist, auf dem die Vorlage (6) oder das elektronische Element oder die Struktur derart festlegbar ist, daß die Oberflächenbereiche (19a, 19b, ...) des Flächenlichtmodulators (13) auf der Vorlage (6) oder dem elektronischen Element oder der Struktur scharf abbildbar sind,

- die Lichtquelle eine gepulste Laserlichtquelle (2) ist,

- die Pulsdauer der gepulsten Laserlichtquelle (2) kürzer als die minimale Strukturabmessung der zu erzeugenden Vorlage, des elektronischen Elementes oder der Struktur geteilt durch die Verfahrgeschwindigkeit des Positioniertisches (7) ist, und

- die Vorlage (6) oder das elektronische Element oder die Struktur während des Verfahrens des Positioniertisches aus einer Mehrzahl von Teilbildern durch entsprechende Adressierung des Flächenlichtmodulators (13) zusammengesetzt wird.

2. Belichtungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei der

- die Spiegelvorrichtung durch einen in einem 45°-Winkel zu der durch die Objektive (15, 16) festgelegten optischen Achse angeordneten teildurchlässigen Spiegel (17) gebildet ist.

3. Belichtungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der

- die Filtervorrichtung (18) in der Brennebene des Schlierenobjektivs (15) angeordnet ist, und

- die Fokussiervorrichtung (4c) den Punkt (P), in den das Licht von der Lichtquelle (2) fokussiert wird, mit einem solchen Abstand zu der Spiegelvorrichtung (17) erzeugt, daß die virtuelle Punktlichtquelle (P'), die dem Punkt (P) durch Spiegelung an der Spiegelvorrichtung (17) zugeordnet werden kann, in der Brennebene des Schlierenobjektivs (15) liegt.

4. Belichtungsvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der

- die Fokussiervorrichtung (4c) den Punkt (P), in den das Licht von der Lichtquelle (2) fokussiert wird, mit einem solchen Abstand zu der Spiegelvorrichtung (17) erzeugt, daß die virtuelle Punktlichtquelle (P'), die dem Punkt (P) durch Spiegelung der Spiegelvorrichtung (17) zugeordnet werden kann, mit einem ersten Versatz zu der Brennebene des Schlierenobjektivs (15) in Richtung zu dem Schlierenobjektiv (15) erzeugt wird, und

- die Filtervorrichtung (18) mit einem von dem ersten Versatz abhängigen zweiten Versatz zu der Brennebene des Schlierenobjektivs (15) in Richtung zu dem Projektionsobjektiv (16) angeordnet ist.

5. Belichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der

- die Fokussiervorrichtung (4c) und/oder die Spiegelvorrichtung (17) derart angeordnet sind, daß das Licht derart schräg auf die Oberfläche (19) des Flächenlichtmodulators (13) auftrifft, daß ungebeugtes Licht in einem Winkel zu der optischen Achse der Objektive (15, 16) reflektiert wird, und

- die Filtervorrichtung (18) ein Seitenspektrum des Lichts der ersten Beugungsordnung und/oder höherer Beugungsordnungen zu dem Projektionsobjektiv (16) durchläßt, jedoch Licht der nullten Beugungsordnung herausfiltert.

6. Belichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei der

- die gepulste Laserlichtquelle eine Excimer-Laserlichtquelle (2) ist.

7. Belichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der

 - jedem Oberflächenbereich (19a, 19b, ...) des Flächenlichtmodulators (13) zwei Transistoren mit jeweils einem Steuerelektrodenpaar oder mehreren Steuerelektrodenpaaren zugeordnet sind, die bei Adressierung des betreffenden Oberflächenbereichs (19a, 19b, ...) je ein oder mehrere Diffraktionsgitter mit der reflektierenden Oberfläche (19) und der von ihr überdeckten viskoelastischen Steuerschicht (18) erzeugen.

8. Belichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, bei der

 - eine automatische Belade- und Entladevorrichtung für Scheiben oder Substrate, die eine vollautomatische Belichtung eines Loses von Scheiben oder Substraten gestattet, vorgesehen ist.

9. Belichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei der

 - eine Vorjustiereinrichtung und eine Feinjustiereinrichtung vorgesehen sind, die das paßgenaue, wiederholte Belichten der Substrate während des Fertigungsprozesses gestatten.

10. Belichtungsvorrichtung nach Anspruch 9, bei der

 - der Flächenlichtmodulator (13) als programmierbare Referenzmarke bei der Vor- und Feinjustierung benutzt wird.

11. Belichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei der

- die reflektierende Oberfläche des Flächenlichtmodulators (13) mit einer Flüssigkristallschicht bedeckt ist, und

- die elektrisch adressierbaren Oberflächenbereiche (19a, 19b, ...) eine Phasenverschiebung und damit eine Beugung des einfallenden Lichtes bewirken.

12. Belichtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei der

- der Flächenlichtmodulator (13) eine aus adressierbaren mechanischen Elementen bestehende, reflektierende Oberfläche aufweist, deren Verbiegung eine Phasenverschiebung und damit eine Beugung des Lichtes bewirken.

13. Belichtungsvorrichtung nach Anspruch 12, bei der

- die mechanischen Elemente als verbiegbare Zungen mit reflektierender Oberfläche ausgebildet sind.

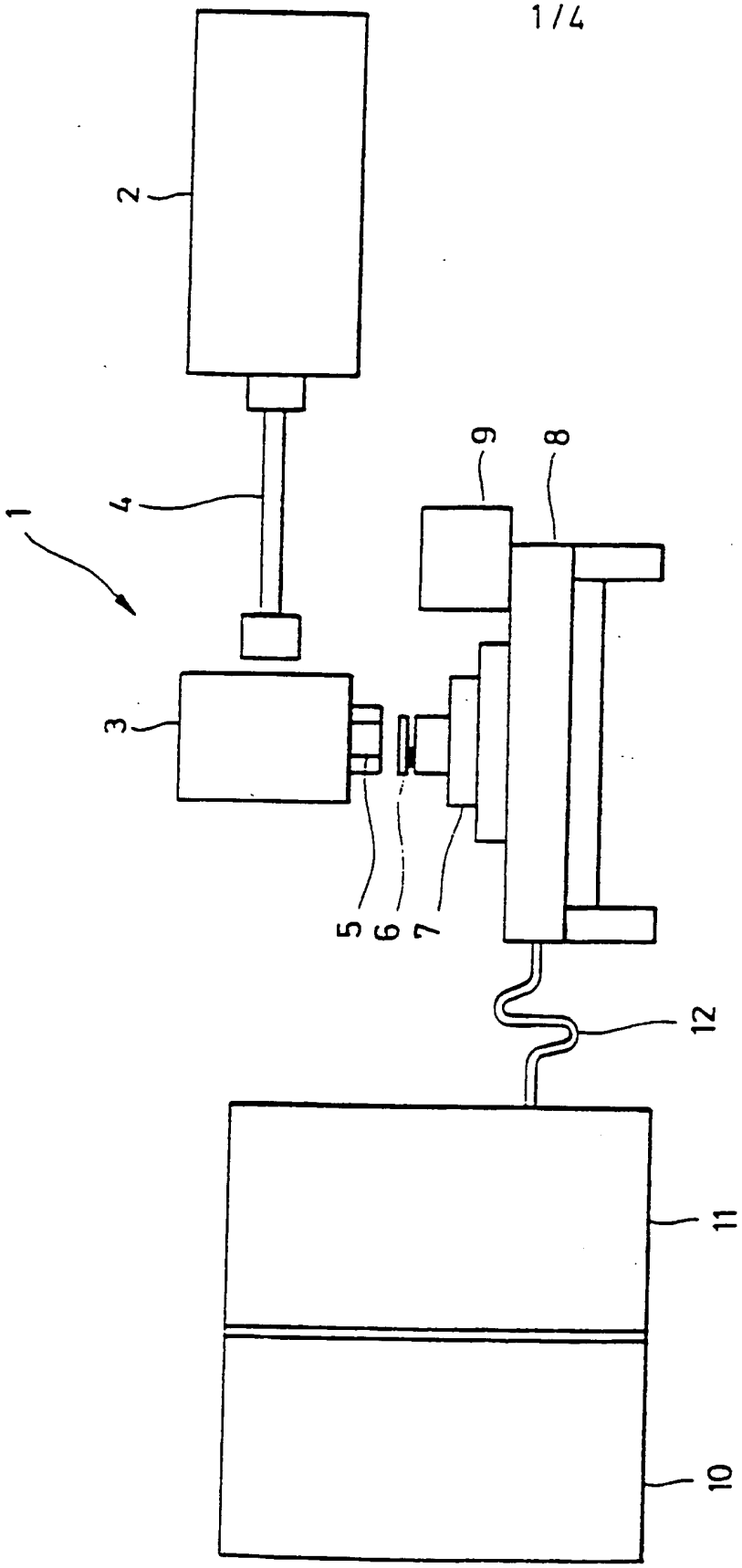


Fig. 1

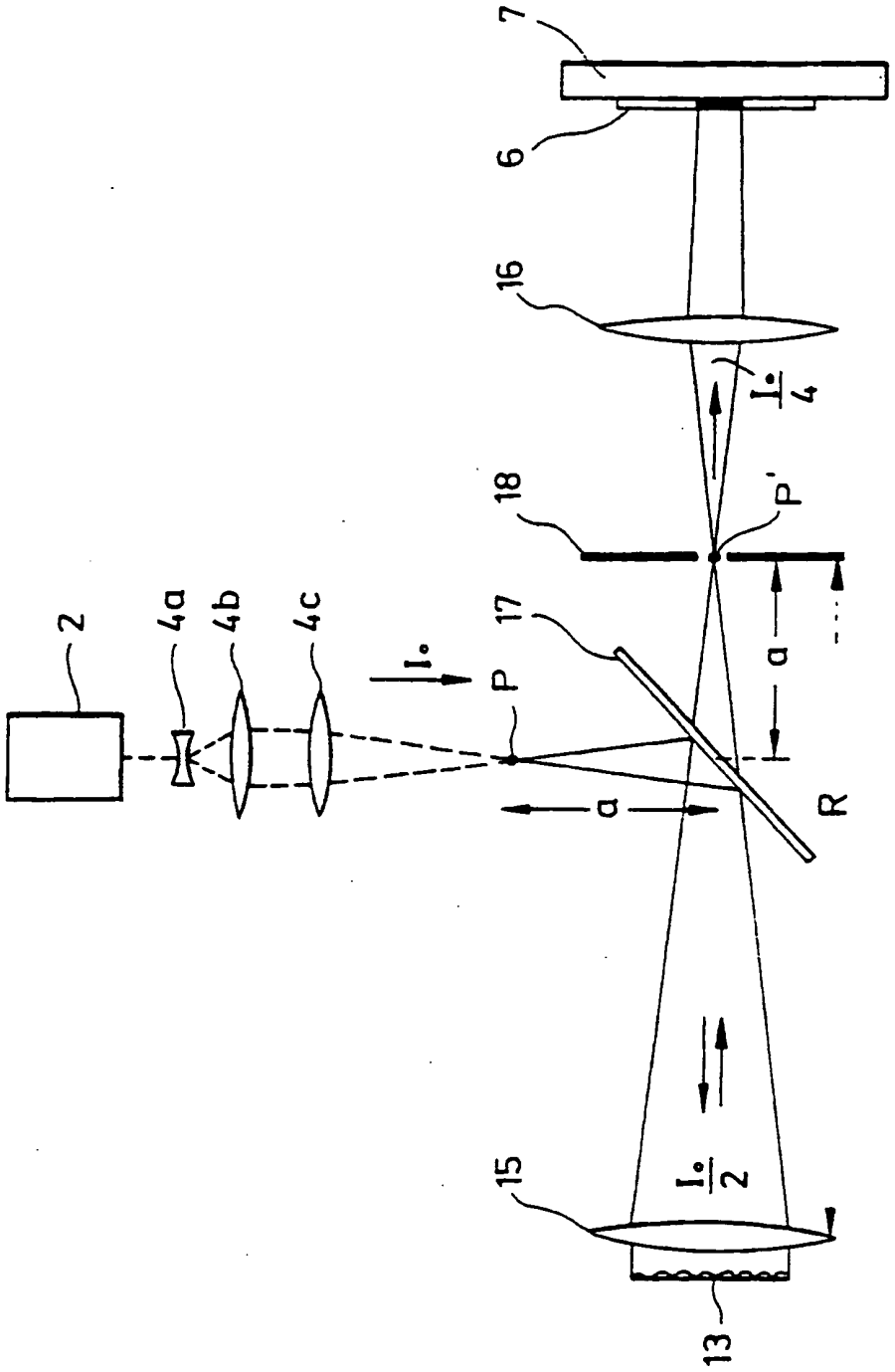


FIG.2

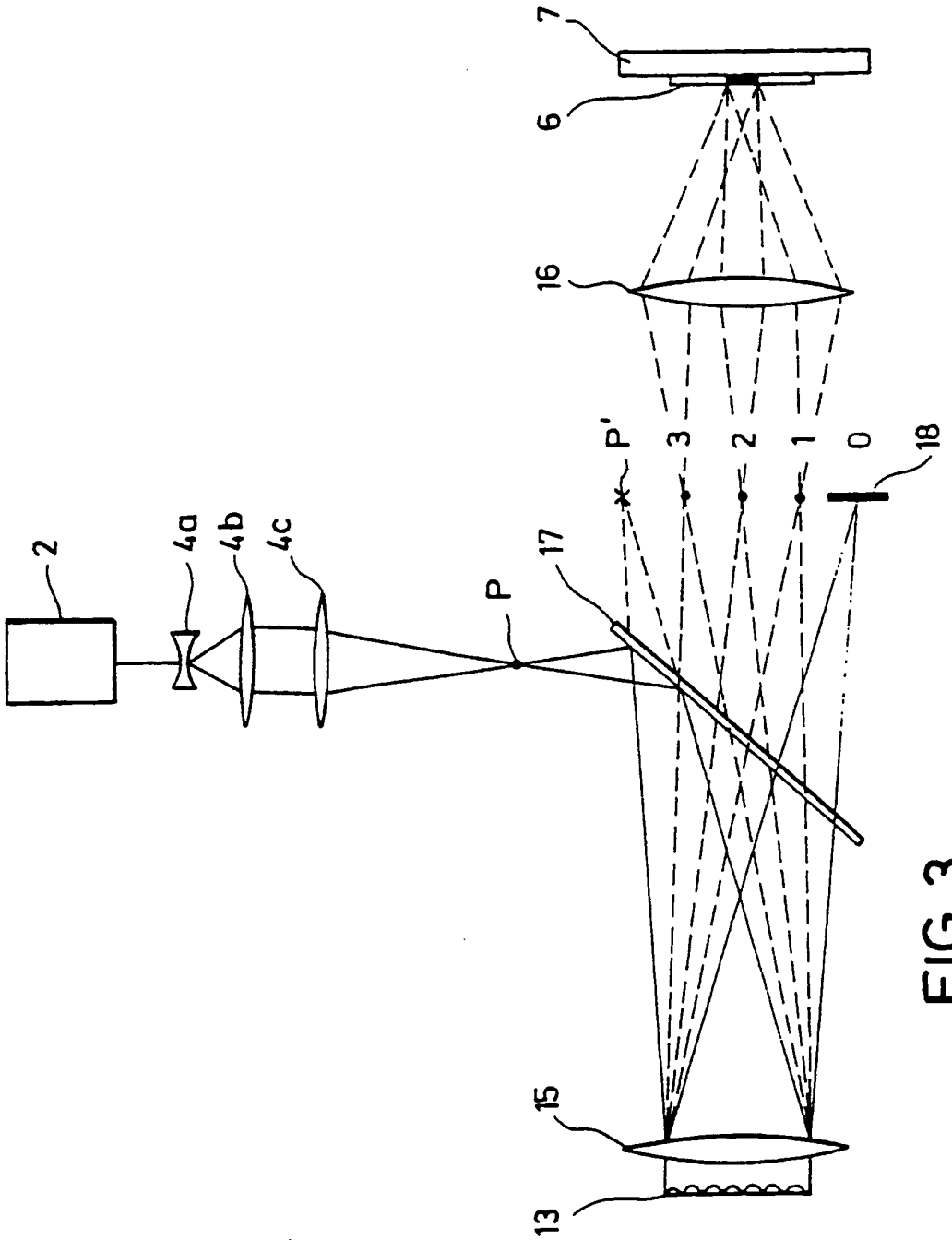


FIG. 3

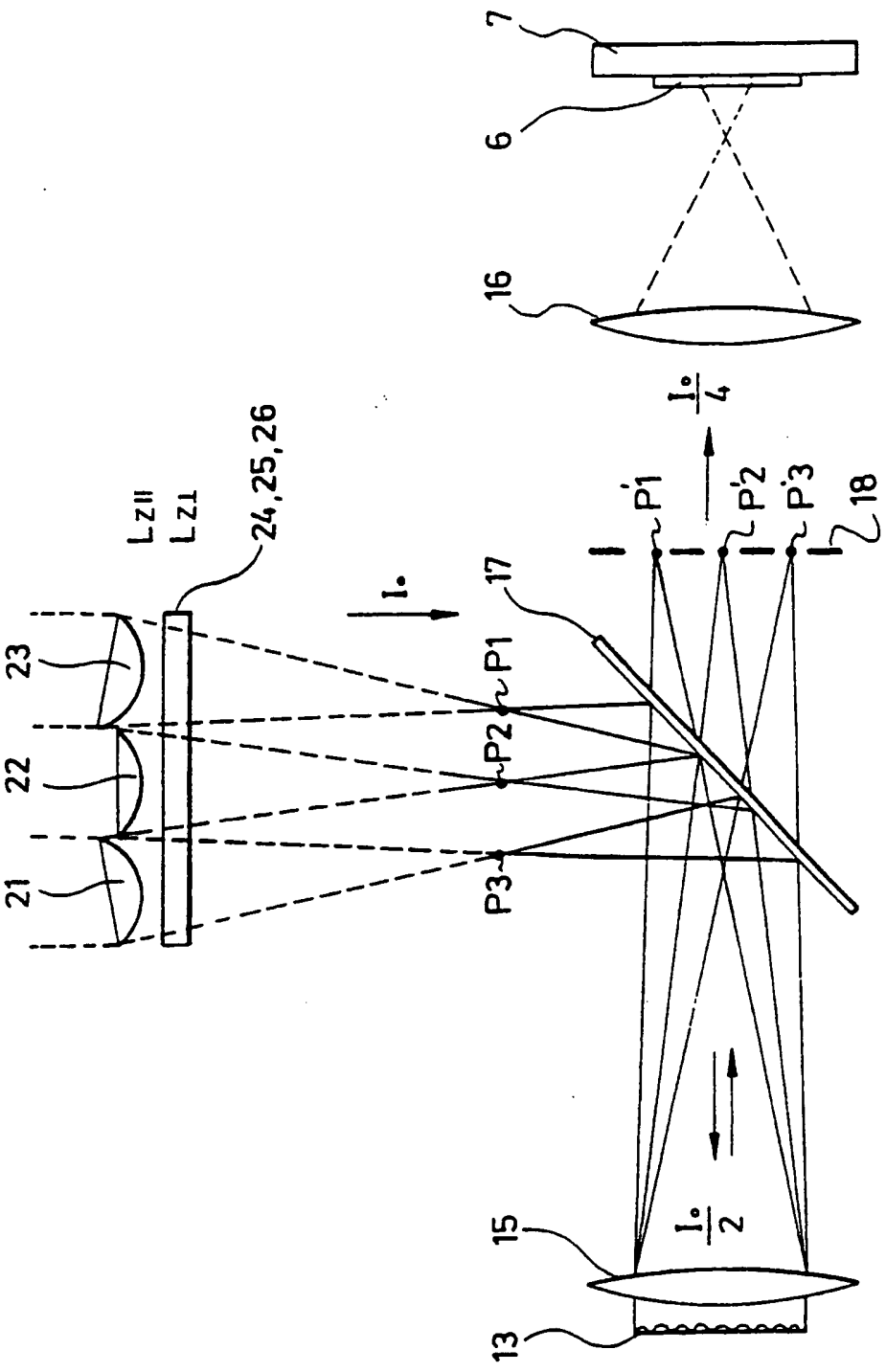


FIG. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE 91/00859

A CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl.[5] G 03 F 1/00, 7/207, G 02 F 2/02, G 02 B 27/54

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl.[5] G 02 B; G 02 F; G 03 F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Proceedings of SPIE, vol. 1018, 1988 W. Brinker et al.: "Deformation behavior of thin viscoelastic layers used in an activematrix-addressed spatial light modulator", see page 79 - page 85 —	1,3,6,8, 12,13
Y	US, A, 4675702 (HEINZ J. GERBER) 23 June 1987, see column 5, line 2 - line 3; column 5, line 35 - line 36; column 5, line 50 - line 55; column 5, line 67 - line 68, figure 1 —	1,3,6,8, 12,13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
15 June 1992 (15.06.92)	17 July 1992 (17.07.92)

Name and mailing address of the ISA
EUROPEAN PATENT OFFICE

Authorized officer

Facsimile No

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/DE 91/00859

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US, A, 3729252 (CLARENCE N. NELSON) 24 April 1973, see column 7, line 10 - line 11; column 7, line 20 - line 22; column 7, line 36 - line 37; column 8, line 18 - line 19; column 8, line 55 - line 60; figure 3A	1,3,6,8, 12,13
A	US, A,4592648 (WERNER TABARELLI ET AL) 3 June 1986, see column 2, line 55 - column 3, line 20	1-14
A	US, A, 3785736 (ERICH SPITZ ET AL) 15 January 1974, see column 1, line 22; column 2, line 6 - column 3, line 7	1-14

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. PCT/DE 91/00859

SA 52749

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 29/05/92
The European Patent office is in no way liable for theseparticulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US-A- 4675702	23/06/87	DE-A-C-	3708147	24/09/87
		FR-A-	2595833	18/09/87
		GB-A-B-	2187855	16/09/87
		JP-B-	1039094	18/08/89
		JP-C-	1555645	23/04/90
		JP-A-	62249165	30/10/87
US-A- 3729252	24/04/73	BE-A-	768164	03/11/71
		CA-A-	952357	06/08/74
		CH-A-	541155	15/10/73
		DE-A-B-	2127380	09/12/71
		FR-A-	2095885	11/02/72
		GB-A-	1355066	05/06/74
US-A- 4592648	03/06/86	NONE		
US-A- 3785736	15/01/74	DE-A-	2201703	20/07/72
		FR-A-	2122007	25/08/72

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 91/00859

I. KLASSIFIKATION DES ANMELDUNGSGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben)[6]

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klasssifikation und der IPC

Int.Cl.[5] G 03 F 1/00, 7/207, G 02 F 2/02, G 02 B 27/54

II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff[7]

Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
Int.Cl.[5]	G 02 B; G 02 F; G 03 F

Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen[8]

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN[9]

Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung[11], soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile[12]	Betr. Anspruch Nr.[13]
Y	Proceedings of SPIE, Band. 1018, 1988 W. Brinker et al.: "Deformation behavior of thin viscoelastic layers used in an activematrix-addressed spatial light modulator", siehe Seite 79 - Seite 85 --	1,3,6,8, 12,13
Y	US, A, 4675702 (HEINZ J. GERBER) 23 Juni 1987, siehe Spalte 5, Zeile 2 - Zeile 3; Spalte 5, Zeile 35 - Zeile 36; Spalte 5, Zeile 50 - Zeile 55; Spalte 5, Zeile 67 - Zeile 68, Figur 1 --	1,3,6,8, 12,13

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen[10]:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

IV. BESCHEINIGUNG

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
15. Juni 1992	17 JUL 1992
Internationale Recherchenbehörde	**Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten**
Europäisches Patentamt	Mme N. KUIPER

III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)

Art *	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US, A, 3729252 (CLARENCE N. NELSON) 24 April 1973, siehe Spalte 7, Zeile 10 - Zeile 11; Spalte 7, Zeile 20 - Zeile 22; Spalte 7, Zeile 36 - Zeile 37; Spalte 8, Zeile 18 - Zeile 19; Spalte 8, Zeile 55 - Zeile 60; Figur 3A	1,3,6,8, 12,13
A	US, A, 4592648 (WERNER TABARELLI ET AL) 3 Juni 1986, siehe Spalte 2, Zeile 55 - Spalte 3, Zeile 20	1-14
A	US, A, 3785736 (ERICH SPITZ ET AL) 15 Januar 1974, siehe Spalte 1, Zeile 22; Spalte 2, Zeile 6 - Spalte 3, Zeile 7	1-14

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR. PCT/DE 91/00859

SA 52749

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 29/05/92
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US-A- 4675702	23/06/87	DE-A-C-	3708147	24/09/87
		FR-A-	2595833	18/09/87
		GB-A-B-	2187855	16/09/87
		JP-B-	1039094	18/08/89
		JP-C-	1555645	23/04/90
		JP-A-	62249165	30/10/87
US-A- 3729252	24/04/73	BE-A-	768164	03/11/71
		CA-A-	952357	06/08/74
		CH-A-	541155	15/10/73
		DE-A-B-	2127380	09/12/71
		FR-A-	2095885	11/02/72
		GB-A-	1355066	05/06/74
US-A- 4592648	03/06/86	KEINE		
US-A- 3785736	15/01/74	DE-A-	2201703	20/07/72
		FR-A-	2122007	25/08/72